

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ»

Институт авиации, наземного транспорта и энергетики
Кафедра Реактивных двигателей и энергетических установок

АННОТАЦИЯ
к рабочей программе
дисциплины (модуля)
«Проектирование оболочек и трубопроводов
высокого давления»

Регистрационный номер **1130/с-56**

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.07.02**

Направление подготовки: **24.03.05 «Двигатели летательных аппаратов»**

Квалификация: **бакалавр**

Профиль подготовки: **Авиационные двигатели и энергетические установ-
ки**

Вид профессиональной деятельности: **проектно-конструкторская**

Разработал доцент кафедры РДЭУ к.т.н. А.И. Глазунов

Казань 2017 г.

РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели и задачи дисциплины.

1.1.1. Целью изучения дисциплины «Проектирование оболочек и трубопроводов высокого давления» является ознакомление студентов с концептуальными основами проектирования основных элементов конструкции реактивных двигателей, как современной отрасли науки об уникальных энергосистемах;

- формирование технического и технологического мировоззрения на основе знания особенностей сложных технических систем специального назначения;

- приобретение навыков проектных работ.

В процессе освоения данной дисциплины обучающийся формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:

- знает общие методы проектирования, как основную часть конструирования;

- принципы оптимального проектирования сложных технических систем и подсистем ;

- специальные методы проектирования;

- современные достижения в области реактивных двигателей летательных аппаратов.

1.1.2. Задачи дисциплины.

Задачей освоения программы дисциплины «Проектирование оболочек и трубопроводов высокого давления» является приобретение студентом компетенций соответствующих проектно-конструкторской деятельности выпускника:

- изучение основ конструирования, знакомство с конструкцией различных энергоустановок;

- формирование представлений о функционировании систем и подсистем сложных устройств;

- изучение взаимосвязей между отдельными системами и элементами конструкции;

- знание нормативных документов (норм, государственных и отраслевых стандартов).

1.2 Место дисциплины в структуре ОП ВО.

Дисциплина «Проектирование оболочек и трубопроводов высокого давления» входит в учебный план, как одна из профилирующих в направлении образовательной программы подготовки 24.03.05 «Двигатели летательных аппаратов» и является дисциплиной по выбору.

Обучающийся должен иметь представление из теории ракетных двигателей, знать основные газодинамические и теплофизические процессы в ДЛА быть компетентным в управлении и регулировании ракетных двигателей и знать основные свойства конструкционных материалов. Изучение дисциплины проходит в 8 семестре.

1.3 Объем дисциплины (с учетом всех видов учебной работы).

Таблица № 1

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр 8	
	в ЗЕ	в час	в ЗЕ	в час
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	2	72
Аудиторные занятия	1,17	42	1,17	42
Лекции	0,67	24	0,67	24
Практические занятия				
Лабораторные работы	0,5	18	0,5	18
Самостоятельная работа студента	0,83	30	0,83	30
Курсовой проект				
Курсовая работа	-	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	-	-	-	-
Промежуточная аттестация:			Зачет	

1.4 Планируемые результаты обучения

Формируемые компетенции

Таблица № 2

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
<i>ОК-10 – способность творчески применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</i>			
Знание - основных математических, физических, химических положений, законов; основных формул и методов решений задач разделов дисциплин математического и естественнонаучного цикла, необходимых при проектировании двигателей летательных аппаратов	Знание - основных математических, физических, химических положений, законов; основных формул и методов решений задач разделов дисциплин математического и естественнонаучного цикла, необходимых при проектировании двигателей летательных аппаратов	Знание - основных математических, физических, химических положений, законов; основных формул и методов решений задач разделов дисциплин математического и естественнонаучного цикла, необходимых при проектировании двигателей летательных аппаратов	Знание - основных математических, физических, химических положений, законов; основных формул и методов решений задач разделов дисциплин математического и естественнонаучного цикла, необходимых при проектировании двигателей летательных аппаратов
Умение - применять физико-математические методы моделирования и расчета при разработке двигателей летательных аппаратов с применением стандартных программных средств	Умение - применять физико-математические методы моделирования и расчета при разработке двигателей летательных аппаратов с применением стандартных программных средств	Умение - применять физико-математические методы моделирования и расчета при разработке двигателей летательных аппаратов с применением стандартных программных средств	Умение - применять физико-математические методы моделирования и расчета при разработке двигателей летательных аппаратов с применением стандартных программных средств

	средств		средств
Владение - навыками разработки новых и применения стандартных программных средств на базе физико-математических моделей применительно к конкретным задачам проектирования двигателей летательных аппаратов; самостоятельно разрабатывать алгоритмы вычислений на электронно-вычислительной машине (ЭВМ)	Владение - навыками разработки новых и применения стандартных программных средств на базе физико-математических моделей применительно к конкретным задачам проектирования двигателей летательных аппаратов; самостоятельно разрабатывать алгоритмы вычислений на электронно-вычислительной машине (ЭВМ)	Владение - навыками разработки новых и применения стандартных программных средств на базе физико-математических моделей применительно к конкретным задачам проектирования двигателей летательных аппаратов; самостоятельно разрабатывать алгоритмы вычислений на электронно-вычислительной машине (ЭВМ)	Владение - навыками разработки новых и применения стандартных программных средств на базе физико-математических моделей применительно к конкретным задачам проектирования двигателей летательных аппаратов; самостоятельно разрабатывать алгоритмы вычислений на электронно-вычислительной машине (ЭВМ)
<i>ОК-13 способность применять прикладные программные средства при решении практических задач</i>			
Знание -основ инженерных методов решения задач прочности элементов конструкции энергоустановок ЛА	Знание - основ расчета прочности и устойчивости в оболочках и трубопроводах ЭУ	Знание - основ физико-механических свойств, применяемых материалов для расчета прочности и устойчивости оболочечных конструкций двигателей и энергоустановок	Знание - основ физико-механических свойств применяемых материалов, их технических особенностей в производстве корпусных оболочечных конструкциях подверженных различным нагружениям
Умение - составлять расчетные случаи нагружения оболочек и трубопроводов	Умение - строить расчетные модели нагружения оболочек и трубопроводов энер-	Умение - составлять различные модели нагружения оболочек и трубопроводов при	Умение - составлять и применять в решении механических задач прочности и устойчи-

	гоустановок	простой и сложной комбинированной нагрузке	восте оболочек и трубопроводов программных средств для различных нагрузок
Владение - навыками применения прикладных программных средств в решении практических задач прочности и устойчивости	Владение - элементарными приемами применения прикладных программ расчета	Владение - навыками применения программных средств в решении задач прочности и устойчивости корпусных оболочечных конструкций энергоустановок и трубопроводов высокого давления	Владение - навыками работы с программными средствами для решения задач прочности и устойчивости оболочечных конструкций и трубопроводов, находящихся в комбинированных случаях нагружения
<i>ПК-1 – способность принимать участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов ДЛА в соответствии с ТЗ и в использовании стандартных средств автоматизации проектирования</i>			
Знание - методов расчета и основ конструирования отдельных деталей и узлов ДЛА с использованием стандартных средств проектирования	Знание - основ расчета прочности и устойчивости оболочки и трубопроводов в ДЛА в соответствии с ТЗ и с применением стандартных средств автоматизации проектирования	Знание - известных методов расчета прочности и устойчивости оболочек и трубопроводов ДЛА; - применяемых материалов и их технологические особенности, нормы проектирования	Знание - различных методов расчета прочности и устойчивости оболочек и трубопроводов ДЛА; - физико-механических свойств материалов, нормы проектирования оболочек и трубопроводов для простых и сложных нагружений
Умение - составлять расчетные модели нагружения деталей и узлов ДЛА с при-	Умение - составлять расчетные методики оценки прочности и устойчиво-	Умение - делать оценки прочности и устойчивости корпусных оболочеч-	Умение - работать с методами расчета прочности и устойчивости

влечением стандартных средств автоматизации проектирования	сти оболочек и трубопроводов ДЛА с применением стандартных средств автоматизации проектирования	ных конструкций и трубопроводов в ДЛА с применением норм проектирования и в соответствии с ТЗ	оболочечных конструкций и трубопроводов для простых и сложных нагрузений из высокопрочных материалов, подлежащих нормированию
Владение - навыками применения стандартных средств автоматизации проектирования отдельных деталей и узлов ДЛА в соответствии с техническим заданием	Владение - навыками применения стандартных средств проектирования корпусных оболочек и трубопроводов ДЛА	Владение - навыками применения стандартных средств проектирования оболочек и трубопроводов для оценки прочности и устойчивости, выбора материалов	Владение - способностью вести расчеты и проектирование оболочек и трубопроводов ДЛА в соответствии с ТЗ и с использованием норм и средств автоматизации, рекомендуемых высокопрочных сталей и сплавов, для простых и сложных нагрузений

Компетенции, получаемые студентами при изучении дисциплины «Проектирование оболочек и трубопроводов высокого давления», могут быть использованы при выполнении бакалаврской работы.

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ.

2.1. Структура дисциплины и трудоемкость ее составляющих.

Общая трудоемкость дисциплины «Проектирование оболочек и трубопроводов высокого давления» составляет 2 З.Е. (ФГОС-3+); 72 часа, аудиторных занятий 42 часа, из них лекций 24 часа, лабораторных работ – 18 часов, практических занятий - нет.

Объем часов учебной работы по формам обучения, по видам занятий и по самостоятельной работе студента представлен в таблице 4 в соответствии с учебным рабочим планом.

Распределение фонда времени по разделам Таблица № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включающая самостоятельную работу и трудоемкость в час					Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения
			лекции	Лаб. работы	Практ. занятия	Семинарские занятия	Самост. работа студента		
1	Модуль №1. Основы теорий прочности.	8	4				4		
1.1	Тема 1.1 Введение. Содержание и цель предмета.	4	2				2	ОК-10.3 ОК-13.3	текущий контроль
1.2	Тема 1.2. Теории прочности, напряжения и деформации.	4	2				2	ОК-10.3 ОК-10.У ОК-13.3 ОК-13.У ПК-1.3 ПК-1.У	Собеседование
2	Модуль №2. Проектирование оболочек.	30	10	10			10		ФОС ТК-1
2.1	Тема 2.1 Проектирование тонкостенных обо-	6	2	2			2	ОК-10.3 ОК-10.У ОК-10.В ОК-13.3	Контроль лабораторных работ

	лочек по безмоментной теории.						ОК-13.У ОК-13.В ПК-1.3 ПК-1.У ПК-1.В	
2.2	Тема 2.2. Проектирование камер сгорания ДЛА.	12	4	4		4	ОК-10.3 ОК-10.У ОК-10.В ОК-13.3 ОК-13.У ОК-13.В ПК-1.3 ПК-1.У ПК-1.В	Контроль лабораторных работ
2.3	Тема 2.3. Проектирование и конструкция днищ оболочек под высоким давлением.	12	4	4		4	ОК-10.3 ОК-10.У ОК-10.В ОК-13.3 ОК-13.У ОК-13.В ПК-1.3 ПК-1.У ПК-1.В	Контроль лабораторных работ
3	Модуль №3. Конструкция и проектирование трубопроводов высокого давления.	28	10	8		10		ФОС ТК-2
3.1	Тема 3.1 Эскизное проектирование трубопроводов.	10	2	4		4	ОК-13.3 ОК-13.У ПК-1.3 ПК-1.У ПК-1.В	Контроль лабораторных работ
3.2	Тема 3.2 . Соединения трубопроводов.	12	4	4		4	ОК-13.3 ОК-13.У ОК-13.В ПК-1.3 ПК-1.У ПК-1.В	Контроль лабораторных работ
3.3	Тема 3.3. Проектирование газовой камеры сгорания ДЛА.	6	4			2	ОК-10.3 ОК-10.У ОК-13.3 ОК-13.У ПК-1.3 ПК-1.У ПК-1.В	
	ЗАЧЕТ							ФОСПА-1
	Всего за семестр	72	24	18		30		

РАЗДЕЛ 3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Фонд оценочных средств для оценки уровня освоения компетенций включает тестовые задания для текущего контроля (ФОС ТК-1 – ФОС ТК-2), контрольные вопросы к лабораторным работам, вопросы на зачете по всему пройденному курсу (ФОС ПА-1).

Перечисленный фонд оценочных средств позволяет оценить степень освоения составляющих компетенций: ОК-10, ОК-13 ПК-1..Для оценки уровня усвоения составляющих перечисленных компетенций в тестовые задания и контрольные вопросы включаются вопросы трех уровней сложности, которые соответствуют пороговому, продвинутому и превосходному уровням. Практические навыки, соответствующие оцениваемым компетенциям, определяются по результатам выполнения заданий при выполнении лабораторных работ. Глубина предметных знаний оценивается по содержательности и глубине ответов при собеседовании.

3.1 Оценочные средства для текущего контроля Фонд оценочных средств текущего контроля (ФОС ТК)

Таблица № 6

№п/п	Наименование раздела	Вид оценочных средств	Примечание
1	2	3	4
1	Модуль №1	ФОС ТК-1	Отчет о выполнении самостоятельной
2	Модуль №2	ФОС ТК_2	Контроль задания на лаб. занятиях

➤ Примерные контрольные вопросы для самопроверки.

- Теории прочности, применяемые при эскизном проектировании агрегатов ДЛА.
- Нормы проектирования оболочечных конструкций ДЛА.

- Почему в дисциплине "Сопротивление материалов" не решаются задачи прочности агрегатов ДЛА?
- Что такое коэффициент безопасности?
- Что такое коэффициент запаса прочности?
- Что такое обобщённые напряжения?
- Что такое интенсивности деформации?

➤ Вопросы по самостоятельной работе.

- Допущения при создании расчётной схемы цилиндрической оболочки, нагруженной внутренним давлением.
- Расчетная схема эскизного проектирования сферической оболочки ДЛА.
- Применяемые материалы для несущих элементов конструкции ДЛА.
- Принципиальное отличие в критериях предельной деформации и предельное (допустимое) напряжение.

3.2 Оценочные средства для промежуточного контроля.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации (ФОС ПА) является составной частью РП дисциплины, разработан в виде отдельного документа, в соответствии с положением о ФОС ПА.

Первый этап: решение практических задач

Типовые тестовые задания:

1. Перечислите основные этапы эскизного проектирования трубопроводов ДЛА.
2. Нормирование проектных работ по созданию оболочечных конструкций ДЛА.
3. Виды норм эскизного этапа проектирования.

Второй этап: вопросы к комплексному заданию

Теоретические навыки:

1. Группы конструкционных материалов, применяемых в конструкции ДЛА.

2. Основные мероприятия по рациональному применению материалов в элементах ДЛА.
3. И т.п.

Практические навыки:

Пример типовой задачи:

1. Рассчитать трубопровод на расход жидкого кислорода в 100 кг/с, применяя нормы, продиктованные гидравликой.
2. Рассчитать трубопровод на расход керосина в 50 кг/с, применяя нормы, продиктованные гидравликой.
3. Решить задачу эскизного проектирования трубопровода для компонентов ДЛА, обращая внимание на последовательность и итерации.

3.3 Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины проведение зачета проводится в два этапа: тестирование и письменного задания.

Первый этап проводится в виде тестирования.

Тестирование ставит целью оценить пороговый уровень освоения обучающимися заданных результатов, а также знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Для оценки превосходного и продвинутого уровня усвоения компетенций проводится второй этап в виде письменного задания, в которое входит письменный ответ на контрольные вопросы и решение задачи.

3.4 Критерии оценки промежуточной аттестации

Результаты промежуточного контроля заносятся в АСУ «Деканат» в баллах

Система оценки промежуточной аттестации Таблица №5

Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Выражение в баллах	Словесное выражение
Освоен превосходный уровень усвоения компетенций	от 86 до 100	Зачтено
Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций	от 71 до 85	Зачтено
Освоен пороговый уровень усвоения компетенций	от 51 до 70	Зачтено
Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций	до 51	Не зачтено

РАЗДЕЛ 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

4.1.1. Основная литература:

1. Добровольский М.В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. Учебник, 2-е изд., перераб. и доп./Под ред Д.А. Ягодникова М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана. 2016. - 456с.

4.1.2.Дополнительная литература:

2. Г.Г. Гахун, В.И. Баулин, В.А. Володин и др. Конструкция и проектирование ЖРД. Учебник для студентов вузов по специальности "Авиационные двигатели и энергетические установки". / Под общей ред. Г.Г. Гахуна, М.: Машиностроение, 1989, - 424 с.

3. Прочность ракетных конструкций. Учебное пособие / В.И. Массажковский и др. М.: Высшая школа, 1990.-359с.

4. Основы конструирования ракет-носителей космических аппаратов. /Под редакцией В.П. Мишина, В.К. Карраска. М.: Машиностроение, 1991. – 416 с.

5. Козлов А.А., Новиков В.Н., Соловьев Е.В. Системы питания и управления жидкостных ракетных ДУ. М.: Машиностроение, 1988. – 352с.

6. Феодосьев В.И. Прочность теплонапряженных узлов ЖРД. М.: Оборонгиз. – 1963. – 212с.

7. Альбом конструкций ЖРД. Части 3,4 /Под руков. акад. В.П. Глушко. – М.: МО СССР,1969. – 204,1972 - 210с.

8. Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность. М.: Машиностроение, 1985. – 224с.

4.1.3.Методическая литература к выполнению лабораторных работ

9. Канторович З.Б. Основы расчета химических машин и аппаратов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машгиз, 1960 г. 744 стр.

10. Гуров А.Ф. Конструкция и проектирование двигательных установок. Учебник / А.Ф. Гуров, Д.Д. Севрук, Д.Н. Сурнов; под ред. А.Ф. Гурова – 2-е изд. Перераб. и доп. М.: Машиностроение – 1980. 320с.

11. Лизин В.Т. Проектирование тонкостенных конструкций. Учебн. пособие. 3-е изд. Перераб. и доп. / В.Т.Лизин, В.А.Пяткин. М.: Машиностроение 1994.-384с.

12. Спецлитература.

4.2. Информационное обеспечение дисциплины.

4.2.1. Основное информационное обеспечение

1. Сосуды, работающие под давлением, котлы и трубопроводы: Сборник нормативных документов. [Электронный ресурс] : сб. — Электрон. дан. — М.: ЭНАС, 2006. — 528 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/38573>

4.2.2 Дополнительное справочное обеспечение.

1. ГОСТ 9940 – 81 Трубы бесшовные горячедеформированные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия.

2. ГОСТ 9941-81 Трубы бесшовные холодно- и теплодеформированные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия.

3. ГОСТ Р 51571-2000 Компенсаторы и уплотнения сильфонные металлические. Общие технические требования.

4. ГОСТ 28697 – 90 Программа и методика испытаний сильфонных компенсаторов и уплотнений. Общие требования.

5. ГОСТ 5632 – 72 Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки.

6. ГОСТ 12815 – 80 Фланцы арматуры соединительных частей и трубопроводов на p_y от 0,1 до 20,0 Мпа (от 1 до 200 кг/см²). Типы. Присоединительные размеры и размеры уплотнительных поверхностей.

4.3. Кадровое обеспечение.

4.3.1 Базовое образование

Высшее образование в предметной области двигателестроения и/или наличие ученой степени по специальностям 05.07.05, 01.02.05, 01.04.14 и/или

ученого звания по указанным специальностям и/или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в предметной области по направлению «Двигатели летательных аппаратов» и /или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.

4.3.2 Профессионально-предметная квалификация преподавателей

Наличие научных и/или методических работ по обеспечению образовательной деятельности по направлению «Двигатели летательных аппаратов», выполненных в течение трех последних лет.

4.3.3 Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей

К ведению лекционных занятий дисциплины допускаются преподаватели, имеющие стаж научно-педагогической работы в предметной области дисциплины не менее 3 лет.

Преподаватели, ведущие занятия, должны иметь базовое профильное образование и/или практический опыт работы в области преподаваемой дисциплины не менее 1 года.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже чем один раз в пять лет в соответствующей области двигателестроения, либо в области педагогики.

